

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

④ abstract

(11)Publication number : 2001-198455

(43)Date of publication of application : 24.07.2001

(51)Int.Cl.

B01J 20/06

B01D 53/34

B01D 53/56

B01D 53/81

B01D 53/94

F01N 3/08

F01N 3/24

(21)Application number : 2000-007582

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.01.2000

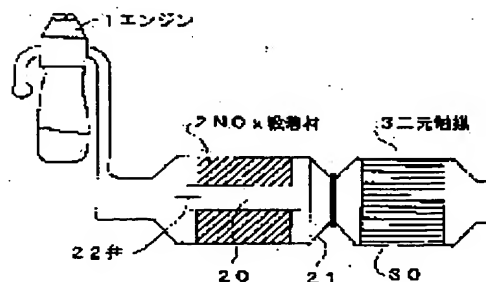
(72)Inventor : SATO AKEMI
KANAZAWA TAKAAKI

(54) NITROGEN OXIDE ADSORBENT AND ITS USE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an NO_x adsorbent adsorbing a large amount of NO_x in a low temperature region, and its effective use.

SOLUTION: An oxide of a transition metal such as Co, the saturated adsorption amount of NO_x of which is 10×10^{-5} mol/g or more in a gas at 40° C or lower, is used as the NO_x adsorbent. As the NO_x adsorbent has the saturated adsorption amount of NO_x of 10×10^{-5} mol/g or more in the gas at 40° C or lower, it is excellent in the adsorption of NO_x in the low temperature region, and when it is disposed in an exhaust gas passage of an automobile engine, it can suppress the emission of NO_x in the low temperature region.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-198455

(P2001-198455A)

(43) 公開日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 0 1 J 20/06		B 0 1 J 20/06	A 3 G 0 9 1
B 0 1 D 53/34	Z A B	F 0 1 N 3/08	A 4 D 0 0 2
53/56		3/24	E 4 D 0 4 8
53/81		B 0 1 D 53/34	Z A B 4 G 0 6 6
53/94			1 2 9 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-7582(P2000-7582)

(22) 出願日 平成12年1月17日 (2000.1.17)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐藤 あけみ

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 金沢 孝明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

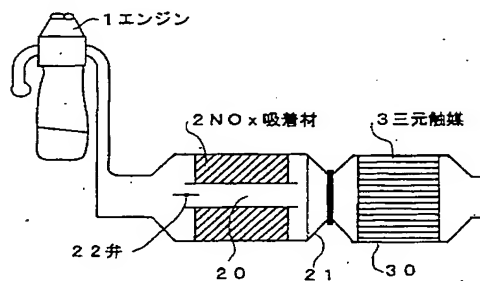
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒素酸化物吸着材及びその使用方法

(57) 【要約】

【課題】 低温域におけるNO_x吸着量が多いNO_x吸着材と、その効果的な使用方法を提供する。

【解決手段】 40℃以下のガス中におけるNO_xの飽和吸着量が10×10⁻³モル/g以上である、Coなどの遷移金属の酸化物をNO_x吸着材として用いる。40℃以下のガス中におけるNO_xの飽和吸着量が10×10⁻³モル/g以上であるので、低温域におけるNO_xの吸着性に優れ、自動車エンジンの排ガス流路に配置することで始動時など低温域におけるNO_xの排出を抑制することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 遷移金属の酸化物からなり、40℃以下のガス中における窒素酸化物の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上であることを特徴とする窒素酸化物吸着材。

【請求項2】 Co、Fe及びNiから選ばれる少なくとも一種の金属の酸化物であることを特徴とする請求項1に記載の窒素酸化物吸着材。

【請求項3】 比表面積が $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上であることを特徴とする請求項1及び請求項2に記載の窒素酸化物吸着材。

【請求項4】 遷移金属の酸化物からなり40℃以下のガス中における窒素酸化物の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上である窒素酸化物吸着材を排ガス流路に配置して排ガス中の窒素酸化物を吸着することを特徴とする窒素酸化物吸着材の使用法。

【請求項5】 前記窒素酸化物吸着材の下流域の前記排ガス流路に酸化触媒又は三元触媒を配置して、低温域では排ガス中の窒素酸化物を該窒素酸化物吸着材に吸着し、高温域では該窒素酸化物吸着材から放出された窒素酸化物を前記酸化触媒又は三元触媒で還元除去することを特徴とする請求項4に記載の窒素酸化物吸着材の使用法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、40℃以下の低温域から窒素酸化物を吸着できる窒素酸化物吸着材とその使用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車エンジンからの排ガスを浄化するために、酸化触媒、三元触媒あるいは NO_x 吸蔵還元型触媒など種々の排ガス浄化用触媒が用いられている。このうち酸化触媒は、白金(Pt)などの貴金属の触媒作用によって排ガス中の炭化水素(HC)及び一酸化炭素(CO)を酸化して除去するとともに、窒素酸化物(NO_x)をある程度還元して除去するものである。また三元触媒は、空燃比を理論空燃比(ストイキ)に制御することによって排ガス雰囲気もストイキ雰囲気とし、Ptなどの貴金属の触媒作用によって排ガス中のHC及びCOを酸化して除去するとともに NO_x も効率よく還元して除去するものである。

【0003】さらに NO_x 吸蔵還元型触媒は、酸素リッチの排ガス中において NO_x をBaなどの NO_x 吸蔵材に吸蔵し、排ガスを間欠的に酸素リッチとすることで NO_x 吸蔵材から放出された NO_x を貴金属の触媒作用によって排ガス中のHCなどで還元して除去するものである。 NO_x が NO 、吸蔵材に吸蔵される機構は、排ガス中の NO が酸化雰囲気下で貴金属の触媒作用によって酸化されて NO_2 となり、それが NO_x 吸蔵材と反応することで吸蔵されることがわかっている。

【0004】ところで酸化触媒においては、排ガス中の

NO_x を効率よく還元除去することは困難である。また三元触媒においても、低温域における NO_x の還元反応活性に乏しく、始動時などには NO_x が十分に還元されないまま排出されるという問題がある。さらに近年の研究によれば、排ガス中の NO_x 濃度が低いほど三元活性が高まることも知られている。

【0005】そこで酸化触媒又は三元触媒の上流域に NO_x 吸着材を配置することが考えられる。このようにすれば、始動時などの低温域の排ガス中の NO_x を NO_x 吸着材に吸着させることができ、 NO_x 濃度の低い排ガスを酸化触媒又は三元触媒に流入させることができるので、低温域におけるHC、CO及び NO_x の排出量を一層低減することができる。また高温域では NO_x 吸着材に吸着されていた NO_x が放出されるが、放出された NO_x は下流側の酸化触媒又は三元触媒で還元されて浄化される。したがって低温域から高温域まで NO_x の排出量を低減することができる。

【0006】このような NO_x 吸着材として、例えば特開平6-121925号公報には、粉末X線回折における格子面間隔(d値)が特定範囲にある酸化マンガンを用いることが提案されている。また特開平5-154339号公報にも、マンガン系酸化物を利用することが開示されている。さらに、 NO_x 吸蔵還元型触媒の NO_x 吸蔵材を NO_x 吸着材として用いることも考えられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが本発明者らの研究によれば、酸化マンガン又はマンガン系酸化物からなる NO_x 吸着材では低温域における NO_x 吸着能に劣り、実用に供し得ないことがわかっている。

【0008】また NO_x 吸蔵還元型触媒に用いられている NO_x 吸蔵材を用いて自動車エンジンの排ガス中の NO_x を吸着しようとしても、 NO_x 吸蔵材はアルカリ性であるために排ガス中に含まれる硫酸酸化物と反応して硫酸塩が生成する。そのため NO_x 吸着能が次第に低下するという問題がある。

【0009】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、低温域における NO_x 吸着量が多い NO_x 吸着材と、その効果的な使用方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の NO_x 吸着材の特徴は、遷移金属の酸化物からなり、40℃以下のガス中における NO_x の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上であることにある。このような遷移金属としては、Co、Fe及びNiから選ばれる少なくとも一種の金属が好適である。また本発明の NO_x 吸着材は、比表面積が $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上であることが望ましい。

【0011】そして本発明の NO_x 吸着材の使用法の特徴は、遷移金属の酸化物からなり40℃以下のガス中における NO_x の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上である NO_x

、吸着材を排ガス流路に配置して排ガス中の NO_x を吸着することにある。

【0012】さらに NO_x 吸着材の下流域の排ガス流路に酸化触媒又は三元触媒を配置して、低温域では排ガス中の NO_x を NO_x 吸着材に吸着し、高温域では NO_x 吸着材から放出された NO_x を酸化触媒又は三元触媒で還元除去することが望ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】酸化マンガンなどマンガン系酸化物からなる NO_x 吸着材では、 40°C 以下のガス中における NO_x の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g未満と低い。しかし本発明の NO_x 吸着材は、 40°C 以下のガス中における NO_x の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上であるので、低温域における NO_x の吸着性に優れている。また遷移金属の酸化物であるので、ガス中に硫酸酸化物が含まれていても硫酸酸化物とはほとんど反応しない。したがって使用中に NO_x 吸着能が低下するような不具合がなく、耐久性に優れている。

【0014】本発明の NO_x 吸着材としては、Co、Fe及びNiから選ばれる少なくとも一種の金属の酸化物が特に推奨される。これらの金属のうち一種の酸化物を用いてもよいし、複数種の金属の酸化物を混合して用いてもよい。これらの金属の酸化物は、 40°C 以下の大気中における NO_x の飽和吸着量が 10×10^{-3} モル/g以上であり、中でもCoは約 40×10^{-3} モル/gと特に NO_x 吸着量が多い。したがってこれらの遷移金属酸化物は、低温域における NO_x の吸着性に特に優れている。

【0015】また本発明の NO_x 吸着材は、比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが望ましい。比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満になると NO_x 吸着量が低下するため好ましくない。Co、Fe及びNiなどの遷移金属の酸化物を比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上となるように製造するには、遷移金属塩などを溶解した水溶液から遷移金属化合物を析出させ、それを濾過後に酸化雰囲気中で焼成することによって製造する沈殿法を用いることが好ましい。沈殿法によれば、比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の金属酸化物を安定して容易に製造することができる。水溶性の遷移金属塩としては硝酸塩などが代表的に例示され、その水溶液と例えば炭酸ナトリウム水溶液とを混合して中和することにより遷移金属の炭酸塩が析出・沈殿するので、それを濾過後に焼成することにより比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の遷移金属酸化物が容易に製造される。

【0016】中和による沈殿法で遷移金属酸化物を調製する場合、アルカリ雰囲気中に酸性金属塩水溶液を滴下することが望ましい。この方法によれば、滴下速度を小さくするほど得られる遷移金属酸化物の比表面積を大きくすることができ、比表面積が $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の遷移金属酸化物を容易に製造することができる。しかしながらこの方法でマンガン酸化物を調製しても、比表面積を $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上とすることは困難である。

【0017】本発明の NO_x 吸着材は、室温程度ของガス中の NO_x を効率よく吸着する。したがって各種ガス中の NO_x を吸着する場合に、 NO_x 吸着材単独で用いることができる。そして本発明の NO_x 吸着材を自動車エンジンからの排ガス流路に配置しておけば、始動時など低温域の排ガス中の NO_x を多量に吸着することができ、低温域における NO_x の排出量を一層低減することができる。

【0018】また本発明の NO_x 吸着材を自動車エンジンからの排ガス流路に配置し、 NO_x 吸着材の下流域の排ガス流路に酸化触媒又は三元触媒を配置すれば、始動時など低温域の排ガス中の NO_x は NO_x 吸着材に吸着される。そして高温域で NO_x 吸着材から放出された NO_x は、活性化温度以上となっている酸化触媒又は三元触媒によって還元除去される。したがって高温域においても NO_x の排出量を低減することができ、低温域から高温域まで NO_x の排出を抑制することができる。

【0019】本発明の NO_x 吸着材は、その粉末をペレット形状に形成して用いてもよいし、ハニカム形状の基材にコートして用いることもできる。ハニカム形状の基材にコートして用いる場合は、従来の三元触媒などと同様に、 NO_x 吸着材粉末と酸化物ゾルなどのバインダとからスラリーを調製し、それをハニカム形状の基材の表面に付着させて焼成する製造方法で容易に製造することができる。

【0020】本発明の NO_x 吸着材と共に用いられる酸化触媒又は三元触媒としては、多孔質担体と、多孔質担体に担持された貴金属とからなる従来と同様の触媒を用いることができる。多孔質担体としては、アルミナ、シリカ、シリカ-アルミナ、ジルコニア、チタニアなどから選択して用いることができる。中でも吸着特性及び耐熱性に優れたγ-アルミナが特に好ましい。

【0021】また上記多孔質担体には、セリア、セリア-ジルコニアなどの酸素吸蔵放出材を担持あるいは混合することが好ましい。この酸素吸蔵放出材により排ガス中の酸素濃度を安定化することができ、排ガスを一層安定してストイキ雰囲気とすることができるので、三元触媒の浄化活性が一層向上する。

【0022】上記多孔質担体に担持される貴金属としては、Pt、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pd)、イリジウム(Ir)などから一種あるいは複数種を選択して用いることができる。この貴金属の担持量は、多孔質担体1リットルに対して0.1~10gとすることが好ましい。これより少ないと浄化活性が不足し、これより多く担持しても効果が飽和するとともに高価となる。

【0023】酸化触媒又は三元触媒を NO_x 吸着材の下流域に配置する場合、低温域の排ガス中の NO_x は NO_x 吸着材に吸着されるが、高温域の排ガス中の NO_x は NO_x 吸着材にほとんど吸着されない。したがって通気抵抗を小さくする意味からも、高温域の排ガスは NO_x 吸着材を通過せずに直接酸化触媒又は三元触媒に流入するように構成

することが望ましい。このようにするには、流路を切り替える弁を用いることで容易に行うことができる。なおここにいう低温域とは、酸化触媒又は三元触媒の貴金属が活性化する温度未満の温度域をいい、高温域とは酸化触媒又は三元触媒の貴金属が活性化する温度以上の温度域をいう。

【0024】

【実施例】以下、実施例及び比較例により本発明を具体的に説明する。

【0025】（実施例1）所定濃度の炭酸ナトリウム水溶液を調製し、それを攪拌しながら所定濃度の硝酸コバルト水溶液を滴下して中和した。析出した炭酸コバルトの沈殿を吸引濾過し、蒸留水にて洗浄後、120℃にて真空乾燥した。得られた炭酸コバルトの粉末を大気中にて350℃で2時間焼成し、実施例1のNO_x吸着材であるコバルト酸化物粉末を調製した。このコバルト酸化物粉末の比表面積は66m²/gであった。

【0026】（実施例2）硝酸コバルト水溶液に代えて所定濃度の硝酸鉄水溶液を用いたこと以外は実施例1と同様にして、実施例2のNO_x吸着材である鉄酸化物粉末を調製した。この鉄酸化物粉末の比表面積は64m²/gであった。

【0027】（実施例3）硝酸コバルト水溶液に代えて所定濃度の硝酸ニッケル水溶液を用いたこと以外は実施例1と同様にして、実施例3のNO_x吸着材であるニッケル酸化物粉末を調製した。このニッケル酸化物粉末の比表面積は162m²/gであった。

【0028】（比較例1）硝酸コバルト水溶液に代えて所定濃度の硝酸マンガン水溶液を用いたこと以外は実施例1と同様にして、比較例1のNO_x吸着材であるマンガン酸化物粉末を調製した。このマンガン酸化物粉末の比表面積は40m²/gであった。

【0029】（比較例2）セリアージルコニア複合酸化物粉末（原子比Zr/Ce=0.25/0.05）を比較例2のNO_x吸着材とした。このセリアージルコニア複合酸化物粉末の比表面積は97m²/gであった。

【0030】（比較例3）γ-アルミナ粉末100gにPtを1.5g、Baを0.3molそれぞれ担持したNO_x吸着還元型触媒粉末を比較例3のNO_x吸着材とした。このNO_x吸着還元型触媒粉末の比表面積は170m²/gであった。

【0031】＜試験・評価＞上記した実施例及び比較例のNO_x吸着材粉末をそれぞれ1.5g秤量し、NOを3000ppm含有する窒素ガス雰囲気下に配置して、35～40℃における飽和NO_x吸着量を測定した。結果を図1に示す。

【0032】図1より、比較例2のNO_x吸着材であるセリアージルコニア複合酸化物粉末は、NO_x吸着能を有しないことがわかる。また比較例1及び比較例3のNO_x吸着材においても、その飽和NO_x吸着量は10×10⁻³mol/g未満であり、低温域におけるNO_x吸着能が低い。

【0033】一方各実施例のNO_x吸着材は、それぞれ10

×10⁻³mol/g以上の飽和NO_x吸着量を示し、低温域において高いNO_x吸着能を有していることが明らかである。中でも実施例1のコバルト酸化物粉末と実施例3のニッケル酸化物粉末が特に高いNO_x吸着能を示している。

【0034】（実施例4）そこでコバルト酸化物粉末とニッケル酸化物粉末について、その比表面積と飽和NO_x吸着量との関係を調査した。すなわち、滴下速度を変更したこと以外は実施例1及び実施例3と同様にして、各種比表面積のコバルト酸化物粉末とニッケル酸化物粉末を調製した。滴下速度が小さいほど得られる酸化物の比表面積が大きくなり、滴下速度が大きいくほど得られる酸化物の比表面積が小さくなるからである。

【0035】そしてそれぞれの酸化物粉末について、実施例1～3と同様にして35～40℃における飽和NO_x吸着量を測定し、結果を図2に示す。

【0036】図2より、比表面積と飽和NO_x吸着量とはほぼ正比例関係にあることがわかり、比表面積が50m²/g以上であればコバルト酸化物粉末及びニッケル酸化物粉末共に10×10⁻³mol/g以上の飽和NO_x吸着量を示していることがわかる。つまり本発明のNO_x吸着材は、比表面積が50m²/g以上であることが望ましいことが明らかである。

【0037】（実施例5）図3に本発明のNO_x吸着材を用いた排ガス浄化装置の一例を示す。この排ガス浄化装置は自動車エンジン1の排ガス流路に設けられ、排ガス流の上流側にNO_x吸着材2が配置されその下流側に三元触媒3が配置されている。

【0038】NO_x吸着材2は比表面積が50m²/g以上のコバルト酸化物粉末がベレット状に形成されたものであり、中央に貫通孔20をもつコンバータ21内に筒状に充填されている。そして貫通孔20の入口側開口には弁22が設けられ、排ガス流の貫通孔20の通過の可否を制御できるようにになっている。

【0039】また三元触媒3はハニカム形状をなし、触媒コンバータ30内に配置されている。この三元触媒3は、コーディエライト製のハニカム基材と、ハニカム基材表面にコートされたアルミナコート層と、アルミナコート層に担持されたPtとから構成されている。そしてNO_x吸着材2を通過した排ガス、又は貫通孔20を通過した排ガスが三元触媒3に流入するように構成されている。

【0040】この排ガス浄化装置では、始動時など排ガス温度が低温域にある間は、図示しない制御装置により弁22が貫通孔20の入口開口を閉じ、排ガスは先ずNO_x吸着材2を通過する。NO_x吸着材2は低温域におけるNO_x吸着能が高いため、排ガス中のNO_xは大部分がNO_x吸着材2に吸着され、NO_x濃度が十分に低減された排ガスが三元触媒3に流入する。したがって三元触媒3が活性化温度以下であっても、NO_xの排出を抑制することができ

る。

【0041】そして排ガス温度が三元触媒3の活性化温度以上になると、図示しない制御装置により弁22が貫通孔20を開く。これにより排ガスの大部分は貫通孔20を通過して三元触媒3に流入する。また排ガス流の一部はNO_x吸着材2を通過し、NO_x吸着材2からは吸着されていたNO_xが放出されて排ガスとともに三元触媒3に流入する。三元触媒3は活性化温度以上となっているので、排ガスに含まれるHC及びCOが酸化浄化されるとともにNO_xが還元浄化される。さらに排ガス中のNO_x濃度が低くなることにより、三元触媒3の活性化温度が低くなる作用も奏されることが考えられる。

【0042】これにより本実施例の排ガス浄化装置では、低温域から高温域までNO_xの排出をよく抑制することができる。

【0043】なお図4に示すように、上記排ガス浄化装置において、NO_x吸着材2の上流側でエンジン1の直下にさらに三元触媒又は酸化触媒4を配置することも好ましい。このようにすれば、三元触媒又は酸化触媒4は活性化温度まで速やかに昇温されて着火するため、さらに温度が上昇する。したがって三元触媒3に流入する排ガス温度が速やかに上昇するので、三元触媒3が活性化温度まで昇温するのに要する時間が短縮され、低温域におけるHC、CO及びNO_xの排出を一層抑制することができ *

＊る。

【0044】

【発明の効果】すなわち本発明のNO_x吸着材によれば、低温域におけるNO_x吸着能に優れているため、自動車エンジンからの排ガス中のNO_xを始動時からよく吸着し、NO_xの排出を抑制することができる。また排ガス中に硫黄酸化物が含まれていても、NO_x吸着材は硫黄酸化物と反応しないのでNO_x吸着能が長期間維持され、耐久性にも優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例及び比較例のNO_x吸着材の飽和NO_x吸着量を示すグラフである。

【図2】本発明のNO_x吸着材の比表面積と飽和NO_x吸着量との関係を示すグラフである。

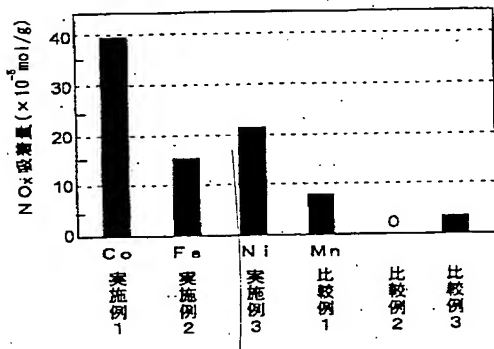
【図3】本発明の一実施例のNO_x吸着材を用いた排ガス浄化装置の構成を示す説明図である。

【図4】本発明の一実施例のNO_x吸着材を用いた排ガス浄化装置の構成を示す説明図である。

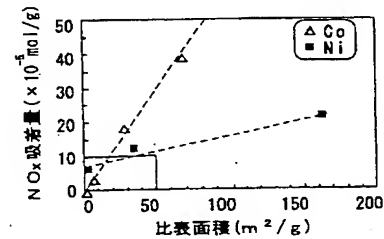
【符号の説明】

1：エンジン 2：NO_x吸着材 3：三元触媒
20：貫通孔 22：弁

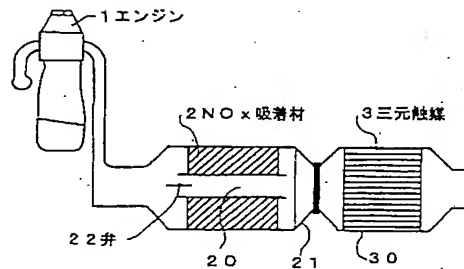
【図1】



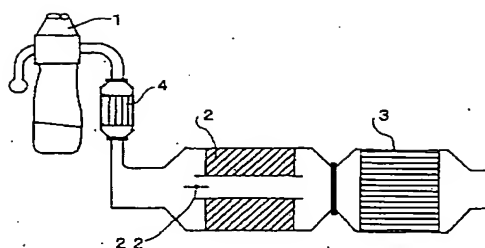
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ターマコード (参考)

F 0 1 N 3/08
3/24

B 0 1 D 53/36

1 0 2 A
1 0 3 B

F ターム (参考) 3G091 AA02 AB02 AB03 AB09 BA03
BA11 BA14 BA15 BA19 BA32
BA39 CA12 CA13 DA03 DB10
EA17 FA02 FA04 FA12 FA13
FB02 FB11 FC07 GA01 GA06
GB01X GB01Y GB04X GB05W
GB06W GB07W GB10X GB10Y
GB16X HA19 HA20
4D002 AA12 AC10 BA04 CA07 DA11
DA21 DA22 EA02 GB12
4D048 AA06 AB03 BA36X BA37X
BA38X BA41X CA01 CC38
CD01 CD08 EA04
4G066 AA13D AA27B AA43D AA53A
BA26 BA36 CA28 DA02 FA05
FA22 FA27

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.